C. 67/25
CDM 11/4-3

ESCUELA ESPECIAL Y PROVINCIAL DE NÁUTICA

DE

BARCELONA

PROGRAMA

DE

TRIGONOMETRÍA ESFÉRICA, COSMOGRAFÍA PILOTAJE Y MECÁNICA DEL BUQUE

FORMADO

POR EL CATEDRÁTICO DE ESTA ASIGNATURA

D. JOSÉ RICART Y GIRALT

Capitán de la Marina mercante, graduado de Alférez de Navío;
Académico numerario de la Real Academia de Ciencias de Barcelona;
condecorado con la Cruz y Placa del Mérito Naval, con distintivo blanco;
Comendador de la Orden del Cristo de Portugal;
premiado con las medallas de Oro y Plata de Cooperación por la Sociedad Española de Salvamento de Náufragos;
Socio honorario de la Cámara de Comercio de España en Londres;
expresidente de sección en el 3.er Congreso Internacional Geográfico;
Correspondiente de la Sociedad de Geografía de Lisboa y de la Sociedad de Geografía comercial de París;
Voçal de la Comisión municipal de Museos y Bibliotecas, etc.

JOSÉ RICART GIRALT
PASEO DE GRACIA, 108
BARCELONA

MUSEO MARITIMO BARCELONA

BARCELONA

TIPOGRAFÍA «L'AVENÇ»: RONDA DE LA UNIVERSIDAD, 20

1899

ESCUELA ESPECIAL Y PROVINCIAL DE NÁUTICA DE BARCELONA

PROGRAMA

ESCUELA ESPECIAL Y PROVINCIAL DE NÁUTICA

DE

BARCELONA

PROGRAMA

DE

TRIGONOMETRÍA ESFÉRICA, COSMOGRAFÍA PILOTAJE Y MECÁNICA DEL BUQUE

FORMADO

POR EL CATEDRÁTICO DE ESTA ASIGNATURA

D. JOSÉ RICART Y GIRALT

Capitán de la Marina mercante, graduado de Alférez de Navío;
Académico numerario de la Real Academia de Ciencias de Barcelona;
condecorado con la Cruz y Placa del Mérito Naval, con distintivo blanco;
Comendador de la Orden del Cristo de Portugal;
premiado con las medallas de Oro y Plata de Cooperación por la Sociedad Española de Salvamento de Náufragos;
Socio honorario de la Cámara de Comercio de España en Londres;
expresidente de sección en el 3.er Congreso Internacional Geográfico;
Correspondiente de la Sociedad de Geografía de Lisboa y de la Sociedad de Geografía comercial de París;
Vocal de la Comisión municipal de Museos y Bibliotecas, etc.

MUSEU MARÍTIM
BIBLIOTECA
17.476

BARCELONA

TIPOGRAFÍA «L'AVENÇ»: RONDA DE LA UNIVERSIDAD, 20

1899

TRIGONOMETRÍA ESFÉRICA

LECCIÓN 1.ª

Teoremas fundamentales para la resolución de los triángulos esféricos.

LECCIÓN 2.ª

Reglas para conocer las especies de los lados y de los ángulos opuestos.

LECCIÓN 3.ª

Analogías para la resolución de los triángulos esféricos rectángulos.

LECCIÓN 4.ª

Analogías para la resolución de los triángulos esféricos oblicuángulos y cuadrantales.

LECCIÓN 5.ª

Resolución gráfica de los triángulos esféricos.

COSMOGRAFÍA

LECCIÓN 1.ª

Nociones preliminares

Astros. Su definición y clasificación.—Universo.—Eter.—Esfera celeste.—Astronomía. Su definición y divisiones.—Cosmografía.—Forma de las órbitas descritas por los astros.—Puntos y líneas que consideran los astrónomos en la elipse.—Distancia media. Movimiento angular y movimiento medio de los astros.—Distancia angular de dos astros.—Ilusiones ópticas, en la forma, dimensiones y movimientos de los astros.

LECCIÓN 2.ª

Sistema del Universo

Qué se entiende por sistema del Universo.—Explicación de los sistemas ideados por Tolomeo, Copernico y Tico-Brahe, indicando cuál de ellos es el verdadero.—Sistema solar. Clasificación y movimientos de los astros que lo forman.—Leyes de Keplero.—Gravitación universal. Sus leyes.—Perturbaciones que experimentan los movimientos planetarios. Teorías modernas sobre la formación de los mundos.

LECCIÓN 3.ª

De la Tierra

Forma, superficie y volumen de la Tierra.—Extensión de las tierras y mares, indicando la proporción que existe entre sus superficies y la total del Globo.—Movimientos, eje, polos y ecuador terrestre.—Coordenadas geográficas.—Meridianos y paralelos.—Primer meridiano.—Longitudes y latitudes terrestres. Cómo se expresan y cuentan.—Reducción de longitudes, expresadas en horas á grados y viceversa.—Diferencia de longitud entre dos lugares. Cómo se determina.—Reducir á un meridiano las longitudes contadas desde otros.—Diferencia de latitud entre dos lugares. Cómo se determina.—Latitud geocéntrica.—Trópicos, círculos polares y zonas en que dividen á la Tierra.—Atmósfera. Su composición, propiedades, peso y altura.

LECCIÓN 4.ª

Representación de la superficie de la Tierra sobre un globo.—Representación de la misma sobre un plano.—Proyección estereográfica.—Proyección ortográfica.—Cartas geográficas.—Cartas marinas.—Sistema métrico decimal.—Unidades absolutas. C. G. S., mecánicas, caloricas, lumínicas y eléctricas.

LECCIÓN 5.ª

Eje y polos del mundo. Ecuador celeste. Eclíptica, su oblicuidad y plano en que se halla siempre el Sol.—Verdadera dirección de los movimientos planetarios.—Puntos equinocciales y solsticiales.—Zodíaco. Su división en signos, indicando el nombre de cada uno de ellos y su clasificación en *ascendentes*, *descendentes*, *boreales* y

australes.—Coluros, trópicos y círculos polares celestes. —*Coordenadas eclípticas.* Máximos de longitud y paralelos de latitud.—Longitudes y latitudes celestes. Cómo se expresan y cuentan. Conjunciones, oposiciones, cuadraturas, elongaciones, digresiones y revoluciones sinódicas de los planetas.—Posiciones relativas de las órbitas. —Nodos, línea de los nodos.—Límites.—Perihelio, Afelio, Perigeo, Apogeo.—Coordenadas geocéntricas y heliocéntricas.—Elementos de las órbitas de los planetas.

LECCIÓN 6.ª

Coordenadas ecuatoriales. Máximos de ascensión y paralelos de declinación.—Ascensiones rectas y declinaciones. Cómo se expresan y cuentan.—Distancia polar. —Revolución cónica del eje de la tierra. Precesión de los equinoccios. Mutación del lugar del polo. Divergencia de los signos y constelaciones del Zodíaco.—Relación entre las coordenadas eclípticas y ecuatoriales.

LECCIÓN 7.ª

Explicación del Almanaque Náutico.—Hallar la efeméride de un astro para la hora del primer meridiano.— Segundas diferencias.—Logaritmos sexagesimales, logísticos y proporcionales para 24 horas.—Escala de Gunter.

LECCIÓN 8.ª

Posiciones y movimientos aparentes de los astros.— 1.ª—Efectos que produce el movimiento de rotación de la Tierra en las posiciones de los astros.—Términos de comparación movibles con el observador. De los horizontes.—Meridiano celeste.—Puntos cardinales.—Círculos verticales.—De los azimutes y amplitudes.—Coordenadas con el horizonte. Altura verdadera de un astro.—

Cómo queda determinada la posición de un astro.—Sistema de coordenadas ecuatoriales. Horarios.—Cómo se sitúan los astros con estas coordenadas.—Conocidas tres de estas cinco cosas, latitud en un lugar, azimut ó amplitud de un astro, altura, horario y declinación, calcular las otras dos.—Diferencia ascensional.

LECCIÓN 9.ª

Fenómenos que resultan del movimiento giratorio de la Tierra.—1.ª—Leyes del movimiento diurno ó aparente. —Círculo racional de iluminación.—Proyección terrestre de un astro.—Paralelos de alturas iguales.—Distancia de un observador al círculo de iluminación.—Orto y ocaso aparentes y verdaderos.—Día natural ó solar.—Día artificial.—Astros circumpolares.—Arcos diurnos y semidiurnos.—Diferentes posiciones de la esfera celeste.—Visibilidad de los astros.

LECCIÓN 10

Fenómenos que resultan del movimiento giratorio de la Tierra.—2.ª—Relación entre las alturas de los astros, sus horarios y azimutes.—Medida del tiempo. Diferencia que existe entre el movimiento diurno del Sol y las estrellas y cuál es el que nos da la duración de una rotación de la Tierra.—Día sidéreo y su origen. Modo de deducir la hora sidérea del meridiano por la comparación de otro astro.

LECCIÓN 11

Fenómenos que resultan del movimiento giratorio de la Tierra.—3.ª—Días astronómicos y civiles, comparándolos entre sí.—Demostrar que la hora astronómica es igual al horario occidental del Sol.—Relación entre las horas de varios lugares y sus longitudes.—Hora reducida.—Viajes de circumnavegación.—Fechas que se cuentan en las islas de la Oceanía.

LECCIÓN 12

Fenómenos que resultan del movimiento de traslación de la Tierra.—Definir qué es día solar verdadero y si tiene una duración constante.—Influjo que ejerce el movimiento de traslación de la Tierra en la duración de los días solares.—Demostrar sobre una figura la duración del día solar verdadero, la duración del día solar medio y la duración del día sidéreo.—Relación entre estos días. —Ecuación de tiempo.

LECCIÓN 13

Reducción del tiempo medio á sidéreo y viceversa.—Aceleración de las estrellas. Aceleración media. Modo de expresarla en tiempo medio ó en tiempo sidéreo.—Diferentes especies de tiempo que emplean los astrónomos. —Dado el T_s á mediodía medio en San Fernando, hallar el T_s á mediodía medio de otro lugar.—Conocida la hora sidérea que se cuenta en un meridiano dado, determinar la hora media correspondiente, y viceversa.

Conocido el T_m que se cuenta en un meridiano, determinar el T_v equivalente.—Pasar del tiempo verdadero que se cuenta en un meridiano al T_m correspondiente.—Pasar del tiempo sidéreo al verdadero y viceversa.—Reducir un intervalo de T_v á intervalo de T_m, y al contrario.

LECCIÓN 14

De las estaciones.—División de la eclíptica por los puntos solsticiales y equinocciales.—Diferentes alturas de Sol, según las épocas del año y latitudes.—Demostrar sobre una figura las estaciones, explicando las variaciones en la declinación y en la duración de los días artificiales.—Duración de los días y las noches en las diferentes zonas.—Determinación de la fecha en que se verifican las estaciones. Origen de la desigualdad de las estaciones.

De los años.—Definir qué es año trópico, año sidéreo y año anomalístico.—Reformas Juliana y Gregoriana.—Corrección que debe aplicarse á la hora de un año para hallar la correspondiente de un año anterior ó posterior del mismo siglo.

LECCIÓN 15

De las estrellas.—Idea general de estos astros.—Catálogos, globos y cartas celestes. Clasificación en magnitudes, telescópicas y fotográficas. Constelaciones y modo de designar cada estrella.—Centelleo y color de las estrellas. Movimientos de las mismas y su distancia á la Tierra. Estrellas periódicas y variables. Estrellas efímeras ó temporarias.—Paralaje.—Aberración de la luz.—Nebulosas. Vía Láctea.—Efemérides de las estrellas. Movimiento de traslación del mundo solar.—Monografías del Sol y de los Planetas.

LECCIÓN 16

De la Luna.—Preliminares. Movimiento de la Luna, forma y dimensiones. Inclinación de su órbita.—Fases. Explicación de las fases sobre la figura.—Cuernos de la Luna y luz cenicienta.—Diferentes períodos lunares.—Edad de la Luna.

Retardo de los pasos de la Luna por el meridiano. Retardo diario y horario.—Modo de hallar la hora del paso de la Luna por un meridiano dado de una manera aproximada y exacta.—Días sin paso.

LECCIÓN 17

De los eclipses.—Eclipses de Sol. Condiciones necesarias para que se verifiquen y de cuántos modos pueden ser.—Eclipses de Luna. Condiciones para que se verifiquen y cómo pueden ser.—Sombra y penumbra de la Tierra y de la Luna.—Influencia de la atmósfera terrestre en los eclipses de Luna.—Dimensiones del cono de

sombra de la Tierra.—Dimensiones del cono de sombra de la Luna. Modo de indicar la parte eclipsada de un astro.—Diferencia entre los eclipses de Sol y de Luna respecto á su visibilidad.—Eclipses de los satélites de Júpiter.—Ocultaciones de las estrellas por la Luna.

LECCIÓN 18

De las mareas.—Definiciones.—Causas que las producen.—Efectos de la rotación de la Tierra y del movimiento de la Luna.—Variaciones diarias.—Variaciones mensuales.—Edad de la marea.—Variaciones anuales.—Altura de la marea y nivel medio.—Unidad de altura.—Coeficiente de la marea.—Mareógrafos.—Semáforos de mareas.

LECCIÓN 19

Cálculo de las horas en que se verifican las mareas.—Establecimiento de un puerto.—Modo de determinar el establecimiento de un puerto.—Determinar la hora de la pleamar ó bajamar en un puerto cuyo establecimiento sea conocido.—Indicación de las sondas en las cartas marinas.—Reducción de sondas.

LECCIÓN 20

Correcciones que se aplican á las alturas de los astros.—1.ª—Horizonte sensible ó aparente. Horizonte visible ó de la mar.—Alturas de los astros sobre estos horizontes. Limbo ó margen de un astro.—Depresión de horizonte. —Refracción terrestre.—Demostrar sobre una figura lo que es altura de un astro sobre el horizonte de la mar y sobre el horizonte sensible.—Calcular la depresión de horizonte correspondiente á una elevación dada del ojo del observador.—Efectos que produce la refracción terrestre á la depresión de horizonte calculada.—Tablas de depresiones según la elevación del ojo del observador. —Depresión de horizonte estando la costa interpuesta,

y modo de calcularla.—Calcular la distancia del observador al último punto visible de la mar, aplicándole después la corrección por la refracción terrestre.—Refracción astronómica. Efectos que produce. Cuándo es la máxima y cuándo es la mínima, demostrándolo sobre la figura.—Uso de las tablas de refracciones medias.—Corrección á la refracción media, dependiente del estado del termómetro y del barómetro.—Paralaje de los astros. Efectos que produce.—Paralaje horizontal ecuatorial y de altura.—Reducir la paralaje horizontal á paralaje de altura.—Semidiámetro de los astros. Semidiámetro horizontal, central y de altura.—Contracción de semidiámetros.

LECCIÓN 21

Problemas relativos á la corrección de alturas.—Corrección de alturas observadas de Sol, Luna, planetas y de estrellas.—Reducción de alturas verdaderas á aparentes.

LECCIÓN 22

Determinar la hora media del paso de una estrella por el meridiano.—Conocida la hora del paso por el meridiano superior, hallar los pasos por el meridiano inferior antecedente y siguiente.

Dada la hora de tiempo verdadero ó medio del meridiano de un observador, determinar el horario del Sol, de la Luna, de un planeta ó estrella.

Dado el horario de un astro, determinar la hora del tiempo verdadero ó medio del meridiano de un observador, ya sea tratándose del Sol, ya sea de la Luna, planeta ó estrella.

LECCIÓN 23

Calcular la hora y altura correspondiente al paso de un astro por el vertical primario. Circunstancias que deben concurrir para que tenga lugar el paso.—Calcular

la hora y altura que tendrá un astro cuando es recto su ángulo de posición.

LECCIÓN 24

Calcular la hora del orto ú ocaso verdadero de un astro y al mismo tiempo su amplitud ortiva ú occídua.—Problemas: suponiendo primero que el astro es el Sol; segundo, que el astro es la Luna; tercero, que el astro es una estrella.

LECCIÓN 25

Modo de determinar el azimut verdadero de un astro correspondiente á una altura observada del mismo.—Circunstancias favorables al observar su altura.—Azimut correspondiente en el momento de cortar un astro el vertical primario y el meridiano.

Determinar la hora verdadera ó media del meridiano de un observador por medio de la altura de un astro.—Circunstancias favorables para la observación.

LECCIÓN 26

Calcular la altura verdadera de un astro correspondiente á una hora conocida del meridiano del observador.—Circunstancias favorables.

Determinar la latitud por medio de la altura meridiana de un astro.—Fórmulas cuando la altura es de paso superior.—Latitud por la altura meridiana del Sol. —Por la altura meridiana de la luna, planeta ó estrella. —Latitud por alturas meridianas de paso inferior.—Latitud por medio de la altura de la estrella polar, aunque se halle fuera del meridiano.—Latitud por alturas extrameridianas.

LECCIÓN 27

Elementos de Cronología.

PILOTAJE

Lección 1.ª

Navegación y sus divisiones.—Navegación por estima. Problemas á que se reduce.—Magnetismo.—Teoría de Ampere.—Imanes naturales y artificiales.—De las agujas náuticas.—Rosa náutica. Su división en 32 rumbos, expresando sus nombres, número de orden y valores.—Qué es rumbo de la nave y ángulo del rumbo. Cuartear la rosa.

Lección 2.ª

Descripción y práctica de las agujas.—Aplicación de las agujas.—Meridiano magnético.—Diferentes clases de agujas. Compás de bitácora para buques de vela. Compás de bitácora para buques de vapor.—Bitácora para buques de vela. Bitácora para buques de vapor.—Compás de marcar ó azimutal. Compás azimutal prismático. Compases Duchemin, Ritchie, Thomson, eléctricos y automáticos.

Examen de las condiciones que deben reunir los compases.—Comprobación de las planchuelas si están bien imantadas y si el eje de su figura coincide con la dirección del magnetismo.—Comprobación del mortero, estilo, chapitel y rosa.—Inconvenientes de llevar dos compases en la bitácora.—Cómo deben disponerse las

planchuelas que se llevan de respeto.—Imantación de las agujas.—Modo de alumbrar las bitácoras é instalación de las mismas.

LECCIÓN 3.ª

Inclinación de las agujas.—Declinación.—Elementos magnéticos.—Su relación entre sí.—Manera de determinarlos.—Variaciones seculares y diurnas.—Desvío.—Variación.—Métodos para hallar la variación de la aguja: por el azimut de un astro; por la amplitud; por el paso de un astro por el vertical primario y por el meridiano; por la estrella polar.

LECCIÓN 4.ª

Qué és abatimiento, quién lo produce y cómo aumenta y disminuye.—Modo de medir el abatimiento.—Corrección de rumbos. Modo de corregir las marcaciones.

LECCIÓN 5.ª

Perturbación de las agujas.—Influencia que ejerce á bordo el hierro.—Clasificación del hierro bajo el punto de vista magnético.—Acción sobre la aguja del hierro dulce y del hierro endurecido.—Coeficientes A. B. C. D. y E.—Desvíos semicircular, cuadrantal y constante.—La perturbación varía con el rumbo de la proa.—Variaciones é irregularidades de la perturbación. Lugar exento de perturbación.

LECCIÓN 6.ª

Determinación de los coeficientes A. B. C. D. y E.—Conocidos los coeficientes, hallar los desvíos.—Determinar las dos componentes del coeficiente B.—Error de Gáusin.—Magnetismo retentivo.—Desvío de escora.

LECCIÓN 7.ª

Operaciones prácticas para compensar un compás Thomson.—Deflector y su uso para hallar los desvíos.

LECCIÓN 8.ª

Instalación del compás de bitácora.—Compás patrón ó magistral.—Correcciones que se aplican á los rumbos de la aguja.—Rumbos á que debe dirigirse la proa y lugar desde donde debe marcarse el azimut magnético de un astro, para deducir de ella la variación.—Curva de Napier.

LECCIÓN 9.ª

Métodos para hallar el desvío, estando al ancla.—Primer método. Un observador y un compás azimutal. Formar la tabla de compensación.—Segundo método. Dos observadores y dos compases azimutales.—Tercer método. Aprovechando el borneo producido por las mareas.—Por medio de boyas correctoras como hay en algunos puertos.—Método Szigiastro y Florián.

Descripción y práctica de los círculos azimutales.—Inconvenientes que presentan los compases de marcar.—Descripción del círculo azimutal. Comprobación del mismo, y modo de instalarlo á bordo.—Cómo se hacen las observaciones.

LECCIÓN 10

De la corredera.—Unidades en que se expresan las distancias.—Teoría en que se funda la corredera, y su descripción.—Ampolleta.—Uso de la corredera.—Correderas mecánicas, su descripción y modo de usarlas.—Correderas eléctricas de élice y de semiesferas.—Nautachómetro.

LECCIÓN 11

Navegación loxodrómica.—Casos que pueden ocurrir. —Punto de salida y llegada.—Diferencia en latitud y longitud.—Apartamiento de meridiano.—Relación entre el apartamiento de meridiano y la diferencia de longitud. Latitud á que corresponde el apartamiento.—Relación entre el rumbo y la distancia, con la diferencia en latitud y apartamiento.—Demostrar que el apartamiento del cálculo es menor que el correspondiente á la latitud media.

Problemas relativos á la línea del rumbo.—Triángulos rectilíneos rectángulos que entran en la resolución de estos problemas.—Resolución por trigonometría; resolución por el cuadrante de reducción; resolución gráfica, por la escala de Gunter y por las tablas de Mendoza.

LECCIÓN 12

Navegación por estima.—1.ª—Qué se entiende por punto de estima.—Resolver los problemas de estima.—1.º Dado el punto de salida, rumbo y distancia navegada, hallar el punto de llegada.—Casos que pueden ocurrir. —2.º Dados los puntos de salida y de llegada, hallar el rumbo y distancia que se ha navegado.

LECCIÓN 13

Navegación por estima.—2.ª—Origen de los errores que pueden resultar en la estima; por diferencias en los rumbos, en las distancias ó bien por la corriente de la marejada, y procedimiento moderno para hallar el punto aproximado.—3.º Dado el punto de salida, el rumbo navegado y la latitud observada, hallar la distancia y la longitud llegada.—4.º Dado el punto de salida, la distancia navegada y la latitud llegada observada, determinar el rumbo y longitud llegada.—5.º Determinar el punto llegado cuando se ha navegado á distintos rumbos y dis-

tancias con una corriente conocida.—Determinación del rumbo y distancia directa.

Lección 14

De las cartas hidrográficas.—Diferencia entre las cartas hidrográficas y geográficas.—Clasificación de las cartas hidrogáficas en planas y esféricas, de punto mayor y punto menor y planos de puertos.—De las cartas planas. Su construcción y errores de que son susceptibles.

Cartas esféricas.—Objeto de éstas. Relación que debe haber entre la extensión de los grados de apartamiento y los de latitud.—Construcción de las cartas esféricas. Partes meridionales.—Determinar el rumbo y distancia entre dos puntos de la carta formando el triángulo de partes iguales y el de partes meridionales.

Lección 15

Resolución sobre las cartas de los problemas relativos á la línea del rumbo.—Dado un punto en la carta, determinar su longitud y latitud.—Dada la longitud y latitud de un punto, situarlo en la carta.—Dado el punto de salida, rumbo verdadero y distancia navegada, situarse en la carta.—Dado el punto de salida y el de llegada, hallar el rumbo verdadero y distancia que se ha navegado. —Métodos para determinar la distancia del observador á los puntos que tiene á la vista. Determinar la distancia por el sonido.—Situarse en la carta por la marcación y distancia á un punto.—Por la latitud y distancia á un punto.—Por dos marcaciones á dos puntos conocidos de la costa.—Por dos marcaciones á un mismo punto, rumbo y distancia navegada, en el intermedio.—Por dos marcaciones á dos puntos, rumbo verdadero y distancia navegada en el intermedio.—Situarse por medio de los ángulos formados por las visuales horizontales dirigidas á tres puntos de la costa y determinar la variación de la aguja.—Determinar, por medio de un compás ó círculo

de marcar y la corredera, la distancia á que se pasa de un punto de la costa.

LECCIÓN 16

Meteorología náutica, elementos meteorológicos. — La atmósfera terrestre: su altura, composición, color, transparencia y funciones que desempeña. — Calor: termómetro. — Vapor de agua: humedad absoluta y relativa; psicrómetro.

Precipitación: niebla, nubes, lluvia, nieve, hielo, granizo, piedra y rocío. Pluviómetro. — Presión atmosférica: fundamento del barómetro; períodos; corrientes ascendentes; influencias varias; observaciones con el barómetro. — Acción recíproca de los elementos meteorológicos.—Viento: dirección y fuerza.—Representación gráfica de los elementos meteorológicos.

Formas de las nubes y pronósticos que de ellas se deducen. Clasificación de Howard. — Teoría de Poey. — Clasificación moderna. — Nebulosidad. — Relación entre las nubes y los vientos. — Distribución de las lluvias: regiones secas y lluviosas; lluvias locales.

LECCIÓN 17

Condiciones de formación de corrientes. — Graduantes y ley de los vientos. — Causas de las trayectorias: fuerza desviatriz y centrífuga; desviación de los vientos. — Leyes del movimiento: ley de Buy's Ballot. — Máximos y mínimos de presión: relaciones recíprocas y caracteres propios de cada uno de ellos; formación y movimientos; formas que afectan. — Indicaciones sobre la circulación general.

Teoría de Brault. — Indicaciones sobre la de Ferrel: comprobación experimental.

Calmas ecuatoriales: anillo de nubes; posiciones de aquéllas en los océanos y puntos más estrechos. — Calmas tropicales. — Alisios y contra alisios. — Alisios del NE. Dirección en el Océano Atlántico y en sus costas

orientales y occidentales. Idem en el Pacífico. Idem en el Índico.—Alisios del SE. Dirección en el Océano Atlántico y en sus costas orientales y occidentales. Idem en el Pacífico. Idem en el Índico. — Vientos variables. — Vientos de las regiones extratropicales. Dirección en el Atlántico y Pacífico. — Vientos periódicos. Monzones: formación; lugares en que reinan y dirección de ellos.— Vientos estesios. — Vientos locales. — Brisas y terrales.

Lección 18

Generalidades. — Movimiento de rotación. — Teorías sobre los ciclones. — Caracteres de los vientos. — Leyes de la circulación ciclónica en general y á diversas alturas. — Demora del vórtice. Parte anterior: designación por los vientos; por las nubes bajas; por los cúmulus altos, cirro-estratus y cirro-cúmulus; por los cirrus. Parte posterior: ciclón alejándose al Norte del Trópico. — Movimiento de traslación. — Mar: ola del huracán; dirección en que se recibe aquélla.

Combinación de movimientos. — Ciclones estacionarios. — Sucesión de los vientos en los ciclones. Ley de Dove. — Presión barométrica. — Determinar la trayectoría. — Dirección y distancia del vórtice; centros del ciclón.—Método de Fournier.—Ciclonoscopio: operación preliminar; segunda y tercera aproximación.

Épocas de los huracanes. — Trayectorias más comunes. — Signos precursores.

Tempestades ó tormentas. — Chubascos.—Chubascos blancos. — Chubascos en las regiones ecuatoriales y de los alisios. — Idem de las altas latitudes. — Idem en la India. — Mangas ó trombas. — Comparación entre los ciclones ó tornados.

Lección 19

Clases de pronósticos. — Previsión del tiempo deducido por el examen de los instrumentos. — Barómetro marino. — Variaciones de la presión. — Indicaciones del

barómetro. — Termómetro. — Indicaciones. — Psicrómetro. — Indicaciones. — Observación simultánea de los tres instrumentos. — El Rain-band. — Resumen.

Previsión del tiempo por el examen del cielo. — Pronósticos meteorológicos. — Influencia de la Luna. — Signos. — Previsión del tiempo en nuestros climas. — Tipos de los tiempos. — Régimen anticiclónico y su cambio. — Reinado de los vientos del S. al O. — Variación de los vientos del S. y el O., al N. y al E.

Lección 20

Oceanografía estática y dinámica. — Definiciones y división. — Repartición de las aguas y las tierras. — Clasificación de los mares. — Nivel del Océano. — Composición del agua de mar. — Depósitos marinos. — Biología. —Coloración del mar.—Aguas sin color.—Mar de leche. — Transparencia óptica. — Fosforescencia.

Temperatura de la superficie. — Períodos diurno y ánuo. — Temperatura de la profundidad. — Densidad. — Relieve submarino. — Alteraciones é influencias. — Sondas. Descripción del escandallo Thomson y Brooke. — Profundidad. — Bancos ó bajos.

Lección 21

Circulación general y sus causas. Mares de sargazo. — Circulación general del Atlántico. Corriente artica. Ecuatorial, del Cabo de Hornos, del Golfo de Guinea. Contracorriente ecuatorial, Corriente de las Guayanas, de Gascuña, de Rennell, del Brasil. — Circulación general del Pacífico. Corriente de Mandchuria, Oyasiwo, de Humboldt, Kurosiwo, Ecuatoriales, de la Monzón, de California. — Circulación general del Índico. Corriente Ecuatorial, de Mozambique, de las Agujas, de la Monzón. — Corrientes de los mares interiores.

Los hielos flotantes y sus clasificaciones. — Mareas. Fenómenos de mareas. — Olas, clasificación y descripción. Efectos de la lluvia, la niebla, el granizo y los fon-

dos. Resaca, kalema y fenómenos excepcionales.—Empleo del aceite.

LECCIÓN 22

Navegación ortodrómica.—Diferencia entre la navegación loxodrómica y ortodrómica.—Cómo se determina la posición del círculo máximo sobre la esfera en todos los casos que pueden presentarse.

LECCIÓN 23

Instrumentos de reflexión.—1.ª—Aplicación y origen de estos instrumentos. Leyes de óptica en que se fundan y circunstancias que deben concurrir.—Descripción del octante. Cuerpo del instrumento, arco graduado, alidada con su nonio, espejo grande, espejo pequeño, modificadores, pínula y anteojos.—Descripción del sextante, del quintante y de los círculos de reflexión.—Modo de hacer la lectura de las graduaciones.—Valor de los ángulos medidos con los instrumentos de reflexión, demostrando que cada medio grado del arco corresponde á un grado en la observación.—Círculos de reflexión con prismas.

LECCIÓN 24

Rectificación de los instrumentos de reflexión.—Colocar el espejo grande perpendicular al plano del sector.—Colocar el espejo pequeño perpendicular al plano del sector; por medio del horizonte de la mar; por medio de una estrella—Rectificación del paralelismo de la visual.—Determinación del error del índice.—Colocar el espejo pequeño paralelo al grande, estando el cero del nonio ajustado con el del arco. Determinar el error del índice por medio del horizonte de la mar; por los semidiámetros del Sol ó de la Luna; y por una estrella.—Disminuir el error del índice cuando es considerable.

Práctica de observaciones.—Observación de alturas de

Sol, de Luna, de planetas y de estrellas.—Instrumentos de Laurent y de Fleuriais para las observaciones de estrellas. Construcción de los mismos.—Observación de alturas meridianas de Sol, Luna, planetas y estrellas.—Medir la distancia angular que hay entre dos objetos.—Observación de distancias lunares.

LECCIÓN 25

Errores que pueden cometerse en las observaciones, y examen de los instrumentos.—Causas que pueden producir errores; errores que provienen del instrumento; error de visión; errores personales; error de desvío y errores producidos por la atmósfera.—Examen de los instrumentos.—Graduación del arco y del nonio.—Superficie plana del limbo.—Centración de la alidada.—Determinar si la extensión de los grados corresponde á la longitud del rádio.—Paralelismo de las caras de los espejos.—Paralelismo de las caras de los modificadores.

Horizonte artificial.—Aplicación é importancia de este instrumento. Descripción de los horizontes de fluido y de cristal.—Modo de observar las alturas y correcciones que se les aplican.—Advertencias importantes acerca de la práctica de los horizontes artificiales.

LECCIÓN 26

Cronómetros.—Partes principales de que se compone un cronómetro.—Del motor. Piezas principales de que consta y cómo funciona. Muelle auxiliar. Del rodaje. Regulador. Partes en que se divide. Describir el volante de compensación, el espiral de los cronómetros y el escape.—Descripción general de la máquina puesta en movimiento.—Cajas en que se colocan los cronómetros.

Instalación de los cronómetros á bordo y advertencias acerca de su manejo.—Dónde conviene colocar á bordo los cronómetros, y cómo se mantienen á una temperatura constante.—Precaución al trasladar los cronómetros.—Limpieza de la máquina.—Reglas para darles

cuerda.—Modo de contar en los cronómetros.—Tomar el promedio de varias observaciones.

LECCIÓN 27

Arreglo de los cronómetros.—1.ª—Definir qué es estado absoluto de un cronómetro, movimiento diario, irregularidad de la marcha y qué se entiende por arreglar un cronómetro.—De los péndulos astronómicos.—Diferentes modos para determinar el estado absoluto.—Determinación del estado absoluto por alturas absolutas de un astro.—Determinación del estado absoluto por medio de alturas correspondientes.—Reglas prácticas para la observación y cálculo de las alturas correspondientes.—Determinar el estado absoluto por la comparación á un péndulo ó cronómetro arreglado y por medio de las estaciones de caída de bola.

LECCIÓN 28

Diversos procedimientos para calcular el movimiento diario.—Determinar el movimiento diario por la comparación de varios estados absolutos.—Determinación del movimiento por dos pasos de una estrella por el mismo vertical y por los pasos del Sol por el meridiano.—Determinación del movimiento por la comparación de un péndulo ó cronómetro arreglado. Reducir un estado absoluto á 0^h de T_m del primer meridiano.—Hallar la hora de San Fernando por medio del cronómetro.—Hallar la hora del cronómetro correspondiente á una hora de San Fernando.—Dada la hora del cronómetro, hallar la hora del observador.—Reducir un intervalo cronométrico á intervalo medio y á intervalo verdadero.—Determinar la hora que marcará el cronómetro á una hora dada del observador.

LECCIÓN 29

Estudio de las marchas cronométricas.—Causas que alteran la marcha de los cronómetros.—Efectos de la coagulación de los aceites. Influencia de la temperatura. —Diario de los cronómetros.—Explicar lo que se entiende por coeficiente de temperatura y manera de calcularlo. — Saltos del movimiento diario. — Influencia magnética en los cronómetros.—Importancia del estudio de las marchas cronométricas.—Manejo de un sistema de varios cronómetros.—Construcciones gráficas.

LECCIÓN 30

Cálculo de longitud por medio del cronómetro.—Fundamento del cálculo. Modo de efectuarlo observando alturas de Sol, Luna, planetas ó estrellas.—Comprobar el estado absoluto estando á la vista de la tierra.—Calcular la longitud por medio de la hora del orto ú ocaso del Sol.

LECCIÓN 31

Determinar la longitud, latitud y azimut por observaciones simultáneas.—La hora del cronómetro nos da la proyección terrestre de cualquier astro.—Una altura de un astro nos da el lugar geométrico de la nave.—Las alturas simultáneas de dos astros nos dan la situación geográfica de la nave.

LECCIÓN 32

Continuación de la lección anterior—Método de la secante ó de dos determinantes con las alturas simultáneas de dos astros fuera del meridiano; con un astro fuera del meridiano y otro en el meridiano; con un astro fuera del meridiano y la Polar. Discusión de este método para su mayor exactitud.

LECCIÓN 33

Continuación de la lección anterior.—Método de la tangente ó de una sola determinante con una sola altura de un astro; con dos alturas de dos astros fuera del meridiano; con un astro fuera del meridiano y otro en el meridiano y con un astro fuera del meridiano y la Polar. —Superficie de situación.—Punto de Grebe.—Zona de recalo.

LECCIÓN 34

Determinación de la longitud, latitud y azimut por medio de alturas tomadas en horas diferentes, con pequeño intervalo.—Reducir la altura de un astro á distinto zenit. —Procedimientos del método de la secante y del método de la tangente por medio de dos alturas de dos astros distintos ó de un mismo astro y el intervalo transcurrido entre las dos observaciones.

LECCIÓN 35

Continuación de la lección anterior.—Método por dos alturas y un pequeño intervalo cerca del vertical primario y cerca del horario de 6 horas.—Método de Litrow con el Sol y con estrellas.—Método de alturas correspondientes del Sol.

LECCIÓN 36

Continuación de la lección anterior.—Método del cuadrilátero esférico.

LECCIÓN 37

Calcular la longitud por distancias lunares.—Métodos rigo nométrico, de Mendoza y de Elford.

LECCIÓN 38

Calcular la longitud por las ascensiones rectas de la Luna y por los eclipses de los satélites de Júpiter.

LECCIÓN 39

Cuaderno de bitácora.—Objeto y explicación de este cuaderno, expresando el modo de hacer las anotaciones en él.

Diario de navegación.—Anotaciones que se hacen en las primeras hojas de este libro.—Modelo de la tablilla del diario.—Diarios de navegación de la marina moderna.

LECCIÓN 40

Resumen general de la navegación.—Operaciones que hay que practicar en una expedición.—Operaciones preliminares.—Operaciones de salida.—Operaciones en la mar.—Operaciones en el recalo.—Comparación de la estima con la recalada.

MECÁNICA DEL BUQUE

Lección 1.ª

Condiciones requeridas en los buques.—Condiciones para que todo barco flote.—Condiciones generales de velocidad.—Resistencia á la marcha. Elementos que la componen. Medios de que se hace uso para valuarla.—Condiciones de estabilidad en aguas tranquilas.—Condiciones de estabilidad entre las olas. Evoluta metacéntrica. Curva de estabilidad.—Alteración que en la estabilidad origina un cambio en el desplazamiento.—Influencia que en la estabilidad ejerce la marcha á vela.—Influencia ejercida en la estabilidad por el rozamiento del agua con sus obras vivas.—Determinación práctica del centro de gravedad de un buque.—Relaciones más usadas entre las dimensiones principales de los barcos.—Teoría del timón. Influencia de la velocidad en el efecto rotatorio. Determinación práctica del radio de evolución.—Esfuerzos á que se hallan sometidos los barcos en la mar. Descripción sumaria de la estructura de los buques.—Materiales de construcción.

Lección 2.ª

Quilla.—Dormido.—Zapata.—Roda.—Contrarroda.—Apóstoles.—Cuadernas.—Codastes.—Curva coral.—Po-

pas cuadradas.—Popas redondas.—Popas de los barcos de hélice.—Sobrequilla.—Forro de bodega.—Durmientes y sotadurmientes.—Trancaniles.—Entremiches.—Forro de amurada.—Baos.—Barrotines y esloras.—Escotillas. —Tablazón de cubiertas.—Observaciones sobre el forro exterior.—Aparaduras.—Forro de disminución.—Cosederos.—Cintas.—Tapa de regala.—Quillas de seguridad. —Distribución del forro exterior.—Sujeción de los forros al casco.—Objeto de las consolidaciones.—Bulárcamas. —Buzardas.—Curvas ó llaves de madera.—Curvas de hierro.—Curvas mixtas.—Puntales de madera.—Puntales de hierro.—Consolidaciones diagonales.—Consolidaciones de cubiertas.

LECCIÓN 3.ª

Ventajas é inconvenientes de los barcos de hierro y de acero.—Quillas.—Rodas.—Codastes.—Cuadernas.—Sobrequillas ordinarias.—Sobrequillas intercostales.—Sobrequillas intercostales continuas.—Sobrequillas intercostales fraccionadas.—Sobrequillas mixtas.—Sobrequillas laterales.—Forro.—Estructura de los baos.—Unión de los baos con los costados.—Trancaniles.—Trancaniles y amurada de la cubierta alta.—Escotillas.—Forro de cubiertas.—Puntalería.—Cámaras estáncas.—Estructura de los mamparos estancos.—Puertas y válvulas de los mamparos estancos.—Cámaras estancas para lastre de agua.—Pruebas de las cámaras estancas.—Sistema longitudinal de construcción.—Combinaciones de los sistemas longitudinal-transversal.—Origen, objeto y naturaleza de las construcciones mixtas.

LECCIÓN 4.ª

Tajamares.—Tambores.—Portas.—Anclas: sus diferentes clases.—Serviolas.—Pescantes de gatilla y varaderos.—Disparadores.—Escobenes.—Bitas.—Observaciones generales sobre los timones.—Timones ordina-

rios. — Timones compensados. — Timones mixtos. — Timones articulados.—Aparatos para el gobierno de los timones.

LECCIÓN 5.ª

Número y disposición de los palos de la arboladura. — Palos machos. — Masteleros de gavia y de juanete. Botalones de foque y de petifoque.—Cofas ordinarias. Cofas militares. — Crucetas. — Tamboretes. — Vergas. — Picos y botavaras.—Carlingas de los palos.—Fogonaduras de los palos.—Guindastes.—Mesas de guarnición.—Calafateo de los cascos de madera.—Repicado de costuras de los cascos metálicos.—Procedimientos usados para la conservación de los cascos de madera.—Procedimientos usados para la conservación de los cascos de hierro ó de acero.

LECCIÓN 6.ª

Arsenales.—Gradas de construcción.—Marcha general seguida en la construcción de los barcos.—Procedimientos principales usados para botar los buques al agua.—Diques secos, flotantes, flotantes y deponentes y de mareas.—Machinas, grúas, aljibes flotantes, depósitos flotantes de carbón.—Remolcadores.

LECCIÓN 7.ª

De las jarcias en general.—Fabricación de las jarcias; filástica, cordón, cabo. Mena de un cabo. Colcha de un cabo.—De las guindalezas y calabrotes. Betas. En qué se distinguen los cables de los calabrotes. Alma de un cabo. Cabos delgados.—Modo de entrañar, alquitranar, precintar y forrar la jarcia. Utilidad de esta operación.

De la motonería.—Partes de que consta todo motón, ya sea enterizo ó de piezas. De los cuadernales. Motones cupuchino, de briol ó polea encontrada. Motones de

canasta. Engazado de motones. Roldanas y perno de madera; con dado de bronce y perno de hierro; roldanas de cilindros. Pastecas de retorno y de rabiza. Vigotas ciegas y de ojos. Guardacabos, ganchos, bertellos, garruchos, anillos, cornamusas y cabillas.

LECCIÓN 8.ª

De los aparejos.—Cómo se forman; del tecle ó lantión; palanquín ó aparejo sencillo; tecle de amante; aparejo y amante. Aparejos reales. Combinación de varios aparejos. Sus usos. Relación entre la potencia y la resistencia.

Jarcias firmes ó muertas.—De los obenques, su objeto, cómo se encapillan y por cuáles y costado del buque empiezan las encapilladuras.—Número de obenques en el palo mayor y trinquete de una fragata y en el mayor del palo mesana. Cómo se sujetan los obenques á los costados del buque. Qué es la mesa de guarnición. Flechastes, guardajarcia y tabla de jarcia. Estais. Cómo se encapillan y tesan. Jarcia del bauprés, trincas, barbiquecos y mostachos. Explicar la jarcia de los masteleros de gavia y cómo se encapilla y tesa. Jarcias del botalón de foc y petifoc.

Jarcias de labor ó cabullería.—Explicar los cabos que se necesitan para el manejo de las vergas en cada uno de los palos. Cómo se aseguran y guarnen. Los cabos para el manejo de los masteleros, botalones, tangones, picos y botavara. Nombres de cada uno y cómo se guarnen.

LECCIÓN 9.ª

Del velamen.—Velas. Su clasificación.—Velamen de una fragata.

Guarnimiento de las velas cuadradas.—Construcción y partes de que constan. Modo de envergar las velas cuadras. Cabos de maniobra de las velas mayores. Cabos de maniobra de las velas de gavia, juanetes y sobres.

Maniobra de los foques, velas de estay y cangrejos. Construcción de las velas volantes. Maniobra de esta clase de velas.

LECCIÓN 10

Embarcaciones menores.—Necesidad á bordo de embarcaciones menores. Cómo se dividen según sus dimensiones y forma. Modo de manejar las embarcaciones menores. Explicar lo que son remos, figura, dimensiones y nombres de las partes en que se consideran divididos. Velas de las lanchas y botes. Botes de vapor y eléctricos. Reglamento vigente de las embarcaciones menores que han de llevar los buques.

LECCIÓN 11

Influencia de las velas en el gobierno de un buque.—Qué se entiende por barlovento y sotavento.—Centro vélico ó de rotación. Diversas posiciones que pueden tener las velas según la dirección del viento. Demostrar que en ciertas ocasiones favorece el andar del buque aferrar ciertas velas.

LECCIÓN 12

De la estiva de los buques.—Qué se entiende por estiva.—Efectos que produce el colocar los pesos altos ó bajos en la estabilidad de un buque. Causas que motivan el quebranto y arrufo. Influencia de la estiva en los balances. Efectos que produce en el govierno el ir un buque más calado de popa que de proa y viceversa. Condición ventajosa navegando en popa y de bolina, atendiendo al calado.

Arqueo de buques.—Qué es arquear un buque. Definir la tonelada de arqueo ó volumen y la de desplazamiento ó peso. Hallar las toneladas de desplazamiento de un buque fundándose en el principio de Arquímedes.

Tabla de desplazamiento. Reglamento vigente de arqueo. Escala esteorográfica. Su construcción.—Clasificación de los buques.—Escala estereográfica. Su construcción.

LECCIÓN 13

Telégrafo marítimo universal y particular.—Sistema de alumbrado. Reglas generales que deben observar en la navegación unos buques respecto de otros. Reglamento internacional vigente.

LECCIÓN 14

Ingenios de salvamento, botes insumergibles.—Botes Berthon.—Lanzacabos, cometas.—Balsas fijas y balsas improvisadas.—Cinturones.—Luces Holmes.—Empleo del aceite en los diferentes casos de apuro en que puede hallarse un buque de vela, un buque de vapor ó un bote. —Boyas de andaribel.—Faros.—Semáforos.—Boyas.—Valizas.—Estaciones de señales acústicas.